Sonder-Abdruck aus:
**Anatomischer Anzeiger.**
Centralblatt für die gesamte wissenschaftliche Anatomie.
Herausgeg. von Prof. K. Bardeleben in Jena. — Verlag von Gustav Fischer in Jena
II. Jahrgang (1887), Nr. 14



# Über Knochenmaceration
## nach eigenen Erfahrungen.

Von Dr. L. Teichmann, Professor in Krakau.

Als ich im Jahre 1851 als Hörer der Medizin in Heidelberg inskribiert wurde und mich von Anfang an dem Studium der Anatomie mit besonderer Neigung und Vorliebe widmete, interessierte mich nicht nur der Gegenstand als solcher, sondern auch alles das, was mit demselben in keiner unmittelbaren Verbindung steht. Beispielsweise interessierte mich beim Lernen der Osteologie nicht nur dasjenige, was mein hochgeschätzter Lehrer Nuhn sprach und zeigte, oder was in den Handbüchern darüber geschrieben stand, sondern ich wollte u. a. auch wissen, auf welche Weise man die Knochen maceriert. „Mit solchen Fragen müssen Sie sich an den Anatomiediener Jakob wenden", belehrte mich ein älterer Kollege, und er hatte Recht; denn Jakob Eberle war der tüchtigste Anatomiediener, welchen ich je gesehen. Seine osteologischen Präparate, insbesondere die von ihm geschickt zusammengestellten Fisch-Skelette, seine, durch ihn selbst injizierten und präparierten Arterien-Präparate, sowie viele andere, welche mit Recht in der Front des heidelberger anatomischen Museums stehen, auch sein Fleiss und seine Umsicht in der anatomischen Anstalt verdient wohl die größte Anerkennung. Für fleißige Präparanten hatte Jakob Eberle überdies die wertvolle Eigenschaft, daß er sie stets nach Möglichkeit unterstützte. Als einer der Bevorzugten bat ich Jakob Eberle, mir zu zeigen, auf welche Weise er die Knochen macerierte. „Jetzt werden die Knochen bloß von den Weichteilen befreit und ins Wasser gelegt, damit die Reste der Weichteile durch Fäulnis zerstört werden, das Weitere kann ich Ihnen erst im Sommer zeigen."

Man denke sich nun einen warmen, wundervollen Tag, zu Ende Mai oder Anfangs Juni — dazu in Heidelberg! — An einem solch schönen Tage erhielt ich von Jakob die Aufforderung, in das Macerier-

haus zu kommen, im Falle ich zusehen wolle, wie er die Knochen reinigte. Inmitten des Weges, von der Anstalt noch weit entfernt, verspürte ich einen widerwärtigen Geruch, welcher sich beim Näherkommen verstärkte und auf dem von einer hohen Mauer umgebenen Hofe der Anstalt nur um so unangenehmer und durchdringender sich kundgab. — Im Macerierhaus angelangt, fühlte ich mich von dem Gestank förmlich betäubt, und es dauerte eine geraume Weile, bis ich mich erholte. Nun sah ich, wie Jakob einen Knochen nach dem anderen mit einem stumpfen Messer abkratzte, abbürstete, mit reinem Wasser abspülte und auf ein Brett legte.

Es entspann sich zwischen uns ein langes Gespräch, aus welchem ich eigentlich nur so viel Positives erfuhr, daß die gereinigten, schmutzig-braunen Knochen an die Sonne gelegt werden müssen, um gebleicht zu werden, und daß man so und nicht anders mit der Knochenmaceration und Reinigung verfahren müsse. — Auf dem Rückwege hörte ich die Vorübergehenden Himmelsakrament rufen und laut raisonnieren, daß der heidelberger Magistrat inmitten der Stadt ein so luftverpestendes Institut dulde.

Als ich im Jahre 1852 nach Göttingen übersiedelte, fand ich dort genau dieselbe Prozedur der Knochenmaceration vor, wie in Heidelberg, nur kam hier noch der Übelstand hinzu, daß das Macerierhäuschen eine Brutstelle für Ratten und Mäuse war, welche an den freiliegenden oder aus dem Wasser hervorragenden Knochen nagten. Es kam sogar vor, dass die schon fertig macerierten, gereinigten und auf der Bleiche liegenden Knochen häufig von Ratten angefressen oder von Krähen fortgetragen wurden. Von dem damaligen Prosektor Pauli in Göttingen, welcher dort die ganze Knochenmaceration leitete, habe ich über dieselbe nicht das Geringste mehr erfahren als vom Anatomiediener Jakob Eberle.

Noch in demselben Jahre sowohl, als auch in den nächstfolgenden habe ich mich sehr viel mit der Bearbeitung von Knochen befaßt. Die Ausarbeitung von Felsenbeinen, eine große Anzahl von allerlei Schädeldurchschnitten, deren manche noch heute in Deutschland vorhanden sind, wie auch zahlreiche Durchschnitte der Nasenhöhle vieler Tierschädel, erforderten möglichst gutes Material. — Dieser Umstand nötigte mich, selbst an die Knochenmaceration Hand anzulegen. An dem mir bekannten Verfahren änderte ich anfangs nur so viel, daß ich mir eine Schnellmaceration eingerichtet habe. Dieselbe beruhte darauf, daß ich die von den Weichteilen großenteils befreiten Schädel in der Wärme macerierte. Infolgedessen habe ich binnen einigen Tagen einen jeden Schädel fertig maceriert erhalten. — Dabei

erwies es sich, daß aufmerksame Behandlung derselben von bedeutendem Einflusse sei. — Unter anderem gehört hierzu, daß die Knochen während der Maceration vollständig von Wasser bedeckt sein sollen, sowie daß weiches Wasser dem harten vorzuziehen ist und dgl.

Die Maceration in der Wärme verdient den Vorzug schon deshalb, weil das in den Knochen enthaltene Fett teilweise wegschwimmt und sich auf der Oberfläche des Wassers ansammelt. Derart macerierte Knochen sahen im Vergleich mit anderen zwar musterhaft aus, waren aber ihres Fettgehaltes wegen nicht fehlerfrei; diesen Übelstand suchte ich nun durch Verseifung des Fettes zu beseitigen, was mir auch in vielen Fällen vollständig gelang. Da ich indessen die Knochen während der kalten Jahreszeit hinter einem warmen Ofen und im Sommer an der Sonne macerieren mußte, so war bei einer derartigen Einrichtung selbstverständlich keine Möglichkeit vorhanden, genauere Versuche anzustellen.

Zu jener Zeit habe ich auch einen Versuch mit dem Kochen der Knochen angestellt, bin aber dabei schlecht weggekommen. Ich erhielt nämlich einen frischen Schädel von einem jungen Hirsch, den ich zu Durchschnitten der Nasenhöhle verwenden wollte. Während der trüben Herbsttage war es mir unmöglich, diesen Schädel in der Wärme zu macerieren, ich entschloß mich daher, ihn nach Angabe J. L. Fischer's [1]) abzusieden. Nachdem der Schädel etwa eine halbe Stunde gekocht hatte, entdeckte ich zu meinem Verdruß, daß die ganze Nasenhöhle vollständig ruiniert war. Das Siebbein, sowie alle Muscheln waren infolge Zusammenschrumpfung der Schleimhaut zertrümmert, andere dünne, noch nicht ganz feste Knochen waren zerkocht.

Im Jahre 1855 besuchte ich zufällig meinen Collegen Dr. Gustav Warenhorst, zu jener Zeit Assistent bei Hofrath Siebold in der göttinger Entbindungsanstalt. Auf seinem Tische lagen ein paar wundervoll macerierte Schädelchen, ich glaube von Eichhörnchen. Auf meine Frage, wie er die Schädel maceriere, antwortete er: „Ganz einfach, ich lege die Schädel in verdünnte Kalilauge, und sobald die Weichteile sich von den Knochen abgelöst haben, nehme ich die Schädel heraus, spüle sie gut mit Wasser aus und lasse sie trocknen; das ist alles, weiter ist hier nichts nötig."

Man kann sich leicht denken, wie hastig ich zu dieser für mich ganz neuen Methode griff. Leider genügten einige Versuche, um

---

1) J. L. Fischer, Anweisung zur praktischen Zergliederungskunst. Leipzig 1797.

mich von derselben abzubringen. Kalilauge löst nämlich bekanntlich den Knochenknorpel auf, die kalkigen Bestandteile der Knochen leuchten alsdann in grell-weißer Farbe, werden aber infolge dieser Behandlung brüchig. Wollte man z. B. einen Schädel vom Menschen in Kalilauge macerieren, so würde man erzielen, dass noch, bevor alle Weichteile aufgelöst werden, die dünnen Knochen der Nasen- und Augenhöhlen so bedeutend geschwächt werden, daß sie sogar schon während des Ausspülens mit Wasser zerfallen würden. In getrocknetem Zustande werden derart behandelte Knochen so brüchig, daß sie beim geringsten Anstoß abbrechen. — An einen Querdurchschnitt der Nasenhöhle ist bei einem in dieser Weise macerierten Schädel nicht zu denken. — Außerdem beseitigt die verdünnte Kalilauge nicht das Fett aus den Knochen; und wenn auch die Maceration in warmem Wasser einige Tage und die Maceration und Kalilauge nur einige Stunden dauert, so wird dieser geringe Vorteil durch die gleichzeitig entstehenden Nachteile durchaus nicht aufgewogen.

In letzter Zeit besprachen PARTSCH[1]) und nach ihm ZANDER[2]) die Behandlung der Knochen mit Kalilauge als etwas Neues, indem sie es als Macerationsmittel hoch anpriesen. — Nun neu ist, wenigstens für mich, dieses Verfahren nicht, und nach dem, was ich darüber bereits gesagt habe, finde ich keine Veranlassung, mich mit diesem Gegenstande weiter zu befassen. — Nur der tief eingewurzelten, alten, dabei durchaus unrichtigen Behauptung, welche von ZANDER neuerdings wiederholt wurde, nämlich „daß fette Leichen für Skelette nicht brauchbar sind", muß ich entschieden widersprechen, indem, meiner Erfahrung zufolge, fette Leichen für Skelette ebenso brauchbar wie alle anderen sind, nur muß man die Maceration und die Entfettung richtig aufzufassen und zu leiten wissen.

In die Jahre 1856 und 1857 fällt meine Reise an die meisten Universitäten Europas, veranlaßt durch das mir erteilte BLUMENBACH'sche Stipendium, wofür ich des Professoren-Kollegiums in Göttingen stets mit Dankbarkeit gedenke. — Mir wurde dadurch Gelegenheit gegeben, vielerlei großartige Einrichtungen und reichhaltige, die Naturwissenschaften betreffende Anstalten und Sammlungen kennen zu lernen; daß ich aber dabei von der menschlichen Anatomie viel profitiert und gelernt hätte, kann ich wahrhaftig nicht behaupten. Man denke sich die zu jener Zeit an vielen Universitäten, nament-

---

1) Archiv für klinische Chirurgie, Bd. 31.
2) Anatomischer Anzeiger, Jahrg. I, Nr. 1, S. 25.

lich in Deutschland, schlecht untergebrachten anatomischen Anstalten mit mangelhaften Einrichtungen und ihren, in verwahrlostem Zustande sich befindenden Sammlungen, so kann man begreifen, daß all dieses einen nur sehr traurigen Eindruck auf mich gemacht hat. Die Knochenmaceration habe ich überall in den Händen der Anatomiediener vorgefunden, und wenn ich hie und da bei Besichtigung der Sammlungen bescheidene Bemerkungen über die mangelhaft macerierten Knochen laut werden ließ, so war ich darauf vorbereitet, stets die Antwort zu erhalten: daß dieses die Schuld des Anatomiedieners sei.

Nachdem ich bei den Anatomen vergeblich um Auskunft über die Maceration geforscht und mit dieser Frage stets an die Anatomiediener verwiesen wurde, versuchte ich noch, mich in denjenigen Werkstätten umzusehen, welche die Fabrikation von Kunstgegenständen aus Knochen betreiben. In dieser Absicht besuchte ich im Jahre 1857 den Herrn Rampendal in Hamburg, Besitzer einer derartigen Fabrik; derselbe erteilte mir bereitwilligst möglichst ausführliche Auskunft über die Bearbeitung der Knochen, sowie über die dazu verwendeten Instrumente, wußte jedoch über die Maceration mir keine Erklärung zu geben, da er zur Ausführung seiner Kunstwerke stets Elfenbein verwendete. Gegenstände von geringem Werte verfertigte er aus der kompakten Masse der Röhrenknochen grosser Thiere, indem er dieselbe von der porösen fettigen Knochensubstanz frisch absägen, mit Soda oder Seifenwasser auskochen, trocknen und sodann in Arbeit nehmen ließ. Gelbgewordene Knochen ließ er an der Sonne bleichen.

Im Jahre 1861 als Professor der pathologischen Anatomie nach Krakau berufen, fand ich hier eine aus drei Zimmern bestehende Anstalt vor, welche eher den Namen einer Baracke verdiente. Im Mittelraume befand sich das Prosektorium, rechts davon ein winziges Zimmerchen für den Professor, links ein ebensolches war die Wohnung des Anatomiedieners.

Daß bei einem solchen Mangel an Raum und jeglicher Einrichtung alle Macerationsversuche eingestellt werden mußten, wird jeder einsehen. Erst, als ich im Jahre 1869 die deskriptive Anatomie übernahm, begann ich die Versuche von neuem, und den erzielten Resultaten gemäß, trachtete ich danach, die Macerations-Einrichtung in der neu erbauten anatomischen Anstalt entsprechend einzurichten.

An dem Prinzip, nach welchem ich bereits 1853 die Knochenmaceration mit gutem Erfolg ausgeführt hatte, etwas zu ändern, war kein Grund vorhanden. Deshalb beabsichtigte ich bei den neuen

Versuchen, bloß die noch nicht festgestellten Bedingungen, als: den Wärmegrad, Dauer der Maceration, sowie die günstigsten Bedingungen der Verseifung des Fettes, näher zu bestimmen. Die erzielten Endresultate sind im ganzen genommen folgende:

Die Reinigung der Knochen besteht aus einer Reihe verschiedener Manipulationen, welche entweder einzeln oder im Zusammenhange ausgeführt werden müssen. Zu den wichtigsten gehört:

1. Die vorbereitende Arbeit,
2. Die eigentliche Maceration,
3. Die Verseifung des Fettes und
4. Die Entfernung der Seife, sowie der an den Knochen hängenden Weichteile.

Ad 1. Will man einzelne Knochen oder einzelne Teile des Skelettes, z. B. Schädel, Hände, Füße oder ein ganzes Skelett, reinigen, so soll man dieselben zuerst von den Weichteilen oberflächlich befreien, dabei soll man sich aber in acht nehmen, daß die Knochen weder mit dem Messer angeschnitten, noch abgebrochen werden, was an den Querfortsätzen der Wirbel häufig passiert. Sodann soll das ganze Skelett in solche Abteilungen getrennt werden, daß dieselben bequem in ein entsprechendes Gefäß hineinpassen. — Den Kopf nehme ich immer in ein besonderes Gefäß, um von den kleinen Knochen, als: Thränenbeine, Muscheln und Zähne, nichts zu verlieren. — Hände, Füße, Steißbein, Brustbein, desgleichen die kleinen Rippen lasse ich in ein entsprechend dichtes Netz einbinden, damit alles beisammenbleibt, und man nicht nötig hat, danach hin und her zu suchen. Diese Knochen werden zusammen mit dem ganzen Skelett maceriert, der Kopf dagegen, wie gesagt, gesondert.

Ad 2. Ist diese Vorbereitung geschehen, so lege man die Knochen in ein entsprechendes Gefäß. Zu diesem Zwecke sind Steinguttöpfe am passendsten, eiserne weniger zweckmäßig, weil sie leicht rosten, und kupferne sind gänzlich unbrauchbar. Hierauf gieße man Wasser auf dieselben — wo möglich destilliertes — decke die Töpfe zu und lasse so die Knochen durch sechs, höchstens sieben Tage in einer Temperatur von circa 30—40° R stehen. Hartes Brunnenwasser ist bei der Verseifung des Fettes wegen darin enthaltenen Kochsalzes und anderer Salze weniger brauchbar. Werden die Knochen einer höheren Temperatur, z. B. 60—70° R, durch einige Tage ausgesetzt, dann lösen sich zwar die Weichteile auf, aber das Fett verseift nicht nach dem Zusatz von Soda.

In den ersten Tagen der Maceration wird das Wasser von dem Blute rot gefärbt. Nach 3 oder 4 Tagen ändert sich die Farbe und wird erst schmutziggelb, dann dunkelbraun, und dabei verbleibt es.

Während der Maceration löst sich ein Teil des Fettes aus den Knochen und schwimmt auf der Oberfläche des Wassers. Zugleich entwickeln sich im Innern der Knochen Gase, welche bewirken, daß die Knochen ebenfalls heraufschwimmen, was man jedoch durch irgend einen Druck im voraus verhindern muß, teilweise, weil die obenauf schwimmenden Knochen leicht trocknen und an der trockenen Stelle nicht macerieren, teils auch deshalb, weil das Fett, anstatt auf dem Wasser, sich in den Knochen ansammelt. Wenn das Wasser durch längeres Stehen in der Wärme verdunstet, so gießt man frisches, so viel und so häufig als nötig hinzu.

Ad 3. Bei der Verseifung des Knochenfettes hoffte ich manches von den Erfahrungen der Seifenfabrikation für unsern Zweck benützen zu können. Es hat sich indessen bald gezeigt, daß von dem ganzen Verfahren, welches dort mit bestem Erfolge angewendet wird, hier kein Gebrauch gemacht werden kann. Hierüber erlaube ich mir einiges in Kürze anzuführen: Es ist allgemein bekannt, daß frischer Talg oder Unschlitt, mit welchem auch wir zu thun haben, sich nur nach Zusatz von Ätzkali oder Natron zu Seife verbindet. Chemiker erklären diesen Prozeß so, daß sich das Alkali mit Fettsäure verbindet und Glycyloxyd mit Wasser das Glycerin als Nebenprodukt darstellt. Anstatt Ätzkali oder Natron verwendet man bei der Seifenfabrikation Soda oder Pottasche und Ätzkalk, wodurch derselbe Zweck erreicht wird. Ätzalkalien können wir aber zur Verseifung des Knochenfettes nicht anwenden, da dieselben die Knochensubstanz zerstören. Aus demselben Grunde können wir auch Ätzkalk nicht gebrauchen, um so mehr, als durch Kalk die Knochen verunreinigt werden.

Die Darstellung der Seife geschieht stets unter der Einwirkung einer höheren Temperatur. In kleinen Seifensiedereien werden die seifebildenden Stoffe stundenlang gekocht. BERNOULLI[1]) läßt die Masse über 20 Stunden kochen. In großen Fabriken verwendet man in der neuesten Zeit zu diesem Zweck Wasserdampf, sowie auch den überhitzten Dampf, zu welchem Zwecke man verschieden konstruierte Apparate anwendet[2]). Von einem solchen Verfahren können wir keinen Gebrauch machen, weil die Knochen, stundenlang mit Alkalien gekocht, zerfallen.

Bei Darstellung der Seife aus Knochenfett pflegt man in den Fabriken die Knochen zu zerstören, um Fett aus denselben zu gewinnen. Man zerlegt dieselben mittelst einer höheren Temperatur in Knochenerde, Knochenleim und Fett. Wir dagegen bestreben uns, nur

---

1) BERNOULLI, Handbuch der Technologie. Basel.

2) FRIEDRICH WILTNER, Die Seifenfabrikation.

das Fett von den Knochen zu entfernen, dabei müssen wir aber die Knochen unverändert erhalten.

Die Seifensiedereien vermeiden, wenn irgend möglich, das Fett aus angefaulten Knochen, des üblen Geruches wegen, zur Darstellung der Seife zu benützen. Wir dagegen können die Maceration der Knochen wegen Entfernung der Weichteile nicht vermeiden.

Aus obigem geht hervor, daß wir weder von den Grundsätzen noch von dem Verfahren, nach welchen die Seifensiedereien sich allgemein richten, Gebrauch machen können. Zum Glück befinden wir uns unter den gegebenen Verhältnissen in einer für uns äußerst günstigen Lage, nämlich: wenn die Knochen in einer Temperatur von 30—40° R 4 oder 5 Tage maceriert werden, so verbindet sich das Fett mit Soda oder Pottasche ohne Zusatz von Ätzkalk, selbst in gelinder Wärme, zu Seife. Diese Erscheinung dürfte man sich kaum anders erklären, als daß durch den Fäulnisprozeß das Fett in Fettsäure und Fettbasis zerlegt wird. Auf welche Weise diese Trennung erfolgt, ist für die vorliegende Aufgabe gleichgültig, uns genügt es, zu konstatieren, daß nicht nur Knochenfett, sondern auch jeder Talg überhaupt, eine Zeitlang der Fäulnis überlassen, sich mit Soda leicht zu Seife verbindet.

Eine andere, für uns ebenfalls beachtenswerte Erscheinung in der Knochenmaceration ist die, daß, wenn man die Knochen längere Zeit in Wasser macerieren läßt, alsdann in beträchtlicher Menge Kalkseife entsteht. Man findet dieselbe auf den Knochen und besonders in der schwammigen Marksubstanz derselben in Gestalt eines weißen Pulvers massenhaft angesammelt. Die Kalkseife nebst dem eisenhaltigen Farbstoff, durch welchen die Knochen auf der Oberfläche braun gefärbt werden, verleiht den Knochen ein unnatürliches, unschönes Aussehen und macht sie unter Umständen unbrauchbar. Dieser Befund weist darauf hin, daß man sowohl die Bildung der Kalkseife, als auch vor allem das Braunwerden der Knochen verhindern muß. Dieser Zweck wird erreicht, sobald man während einer bestimmten Macerationsperiode die Bildung der Kali- oder Natronseife einleitet. Dadurch wird einerseits die Entstehung der Kalkseife verhindert, anderseits wird durch die Bildung der Kali- oder Natronseife die Entfettung der Knochen bedingt. Letztere läßt sich durch Waschen in warmem Wasser leicht entfernen. (Schluß folgt.)